



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación



DGI Dirección General
de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación En Alimentación y Nutrición –PRUNIAN-

Informe final

Transformación de setas comestibles nativas en harina para pastas como una alternativa para comunidades rurales

Equipo de investigación

Karla Rosángel Cordón Arrivillaga de Acevedo

Investigadoras:

Sandra Beatriz Morales Pérez
Cecilia Liska de León
Ruth Argentina de León Chocoj

Nombre de los auxiliares de investigación:

Maria Andrea Urizar Marroquín
Mónica Alejandra Corado Ortega

Guatemala, enero del 2021

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Planta Productora de Hongos Comestibles Guatemala, S.A.

Contraportada (reverso de la portada)

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Liuba María Cabrera
Coordinador del Programa de Investigación

Licda. Karla Rosángel Cordón Arrivillaga de Acevedo
Coordinador del proyecto

Licda. Sandra Beatriz Morales Pérez
Licda. Cecilia Liska de León
Investigadoras

Br. Mónica Alejandra Corado Ortega
Br. Maria Andrea Urizar Marroquín
Auxiliares de Investigación II

Licda. Ruth Argentina de León Chocooj
Colaboradora

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.41 durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación de En Alimentación y Nutrición –PRUNIAN-.

Índice (numérico)

Índice de contenido general

1. Resumen	4
2. Palabras clave.	4
3. Abstracta n keyword.	5
4. Introducción.	5
5. Planteamiento del problema.	7
6. Pregunta de investigación.	8
7. Delimitación en tiempo y espacio.	8
8. Marco teórico.	8
9. Estado del arte.	13
10. Objetivo general.	14
11. Objetivos Específicos.	14
12. Hipótesis.	14
13. Materiales y métodos.	15
14. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados.	22
15. Análisis y discusión de resultados.	28
16. Conclusiones.	33
17. Impacto esperado.	33
18. Referencias.	34
19. Apéndices.	38

Índice de apéndice

Apéndice 1. Ficha técnica del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	38
Apéndice 2. Ficha técnica del shiitake (<i>Lentinula edodes</i>)	39
Apéndice 3. Preparación de la mezcla de harinas compuesta para elaborar la pasta	40
Apéndice 4. Formulario de aceptabilidad	41
Apéndice 5. Consentimiento informado	43
Apéndice 6. Fotografías de las formulaciones de pasta elaborada de harina de trigo y harina de <i>P. ostreatus</i>	44
Apéndice 7. Fotografías de las formulaciones de pasta elaborada de harina de trigo y harina de <i>L. edodes</i> .	45

Transformación de setas comestibles nativas en harina para pastas como una alternativa para comunidades rurales

1. Resumen

La pobreza y desnutrición de niños y adultos en Guatemala es una problemática recurrente dentro nuestro país, en el cual alcanzar la seguridad alimentaria se ha vuelto un reto cada vez mayor para los profesionales en nutrición. De suerte que encontrar una vía innovadora de solucionarlo se convierte en uno de nuestros principales objetivos. En esta investigación se presenta a los hongos comestibles como una opción altamente nutritiva y al alcance de las comunidades más vulnerable. En este estudio se buscó desarrollar diferentes harinas para la elaboración de pastas con base en fórmulas de setas comestibles de los hongos Ostra (*Pleurotus ostreatus*), Shiitake (*Lentinula edodes*) y harina de trigo. La investigación fue cuantitativa con un alcance de carácter aplicativo. Se deshidrataron y pulverizaron los hongos formando una harina para la pasta, la cual determinó el valor nutricional de cada pasta a través de Tablas de Composición Nutricional (TCA) y artículos científicos de los hongos estudiados. La muestra fue tomada al azar, con participación de treinta personas a través de un panel sensorial para evaluar la aceptabilidad, en la Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A. ubicada en Santiago Sacatepéquez. Se obtuvo que las propiedades nutricionales, fueron mayores en la pasta con hongo Ostra, pero en las pruebas de aceptabilidad existieron diferencias significativas siendo más aceptadas y preferidas por los jueces por la mezcla 90:10 y 80:20; en la pasta con hongo Shiitake no hubo diferencia significativa en ninguna mezcla. En ambos casos se obtuvo como resultado mayoritario “No me gusta ni me disgusta”.

2. Palabras clave

Palabras clave: Aceptabilidad hedónica, Tablas de Composición de Alimentos (TCA), hongos deshidratados, seguridad alimentaria y nutricional, valor nutricional.

3. Abstract and keyword

Poverty and malnutrition of children and adults in Guatemala is a recurring problem in our country, in which achieving food security has become an increasing challenge for nutrition professionals. So finding an innovative way to solve it becomes one of our main objectives. In this research, edible mushrooms are presented as a highly nutritious option available to the most vulnerable communities. This study sought to develop different flours for the production of pasta based on edible mushroom formulas of the Oyster (*Pleurotus ostreatus*), Shiitake (*Lentinula edodes*) and wheat flour. The research was quantitative with an applicative scope. The mushrooms were dehydrated and pulverized to form a flour for the pasta, which determined the nutritional value of each pasta through Nutritional Composition Tables and scientific articles on the mushrooms studied. The sample was taken at random, with the participation of thirty people through a sensory panel to evaluate acceptability, in the Edible mushrooms production plant of Guatemala, S.A. located in Santiago Sacatepéquez. It was obtained that the nutritional properties were greater in the pasta with Oyster mushroom, but in the acceptability tests there were significant differences, being more accepted and preferred by the judges for the mixture 90:10 and 80:20; in the paste with Shiitake mushroom there was no significant difference in any mixture. In both cases, the majority result was “I neither like nor dislike”.

Keywords: Hedonic acceptability, Food Composition Tables, dehydrated mushrooms, food and nutritional safety, nutritional value.

4. Introducción

Los hongos comestibles se han convertido en un recurso muy estimado para la población, ya que es un grupo muy diverso y sus propiedades son únicas. Este estudio se centra en el uso de la harina de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.L Fr.) Kumm y la harina de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler. Esto debido a que son dos especies con alto contenido de nutrientes que pueden aprovecharse para enriquecer alimentos de consumo habitual como es la harina de trigo, además de sus múltiples beneficios en la salud humana. A nivel mundial, la producción de *L. edodes* conocido como shiitake es de más de 1.5 millones de toneladas y la de *P. ostreatus* llamado también hongo ostra,

es de un millón de toneladas (Martínez-Carrera, Morales, Sobal, Bonilla & Martínez, 2007); siendo shiitake el segundo hongo más producido a nivel mundial (Rivera, Albarracín & Lares, 2017), y Japón es el mayor productor de *L. edodes* (Cano-Estrada & Romero-Bautista, 2016). En Guatemala existe gran diversidad de hongos comestibles silvestres. El cultivo de hongos comestibles comenzó en 1955 con la implantación de *Agaricus bisporus* (champiñón), y en 1983 se inició el cultivo de *P. ostreatus* a nivel de laboratorio (De León-Chocooj, Guzman & Martínez-Carrera, 1988). En el país, las únicas especies de hongos comestibles que se cultivan a escala comercial son *A. bisporus*, *A. bitorquis*, *P. ostreatus*, *P. eryngii* y *L. edodes* (comunicación personal R. de León, 2020); constituyendo un componente importante en la industria de alimentos, teniendo grandes perspectivas, ya que algunas de estas especies se pueden cultivar en pulpa del café, desecho agrícola que se genera en muchas toneladas anuales en Guatemala (Sommerkamp & Guzman, 1990).

El consumo de hongos comestibles en la dieta del ser humano ha prevalecido debido a su sabor, textura y olor característico. Sin embargo, en los últimos años el interés por estos se ha intensificado, por su composición nutricional y que los hace atractivos. Algunos de ellos, a su vez tienen propiedades medicinales, brindando un impulso adicional al desarrollo de este mercado (Belloso, González, Suárez & Cáceres, 2015; Martínez-Carrera et al., 2007). El shiitake es un hongo medicinal conocido en China y Japón como nutraceutico por sus propiedades antioxidantes, antitumorales y antimicrobianas (Nieto-Ramírez, Rojas-Luna & Suarez, 2012). El hongo ostra por su concentración de ácidos grasos insaturados (omega) y diversos compuestos bioactivos, actúa en la reducción de triglicéridos y colesterol en humanos (Benavides, Cabrera, Villota & Perdomo, 2015).

El consumo de hongos comestibles en el país está fuertemente relacionado con las tradiciones culturales y sociales de los pueblos Mayas, que se transmiten de generación en generación, perdurando hasta nuestros tiempos. En las regiones de Sacatepéquez, las formas de preparación como alimentos de los hongos comestibles son el pulique, asados con sal, el cherebán, el chirmol y el caldo (Morales, Flores, Samayoa & Bran, 2002). Los hongos comestibles pueden aprovecharse para el desarrollo de productos alimenticios por sus múltiples propiedades y de esta forma fomentar su consumo contribuyendo de forma relevante a la seguridad alimentaria y como alternativa para alcanzar mejores condiciones de vida en la población vulnerable del país (Cruz,

López, Pascual, Battaglia, 2010). Para ello, es importante desarrollar investigaciones enfocadas en la tecnología e innovación alimentaria para el mercado de los hongos comestibles como *P. ostreatus* y *L. edodes* y realizar estudios sobre evaluación sensorial de aceptabilidad y preferencia para medir percepciones de los consumidores. A través de la siguiente investigación de carácter aplicativo con elementos exploratorios, experimentales y explicativos se estableció el procedimiento más adecuado para transformar los cuerpos fructíferos de hongo ostra y shiitake en harina para pastas sensorialmente aceptable para la población adulta de la región de Sacatepéquez.

5. Planteamiento del problema

La alimentación ha sido una de las mayores preocupaciones de la población, específicamente en sectores donde la situación geográfica, política o demográfica puede limitar el derecho y acceso a una buena alimentación. *P. ostreatus* y *L. edodes* se comercializan en nuestro país, considerándose como alimentos de alta calidad para el consumo humano por su sabor y textura; tanto los hongos comestibles silvestres (HCS) como los hongos cultivados se consideran como alimentos funcionales, pues sus propiedades nutricionales tienen efectos benéficos para la salud. Su acción terapéutica es atribuida a los compuestos bioactivos que poseen en sus cuerpos fructíferos. Existe una amplia gama de HCS que pueden ser consumidos con seguridad y pueden ser aprovechados para el desarrollo de productos alimenticios pues constituyen una fuente importante de nutrientes; con una composición química que los hace atractivos desde el punto de vista nutricional (90 % de agua, siendo 27-48 % de proteína, aproximadamente 60 % corresponde a carbohidratos [fibras dietéticas como D-glucanos, quitina y sustancias pécticas] y 2-8 % son lípidos (ácido linoleico) (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016). Shiitake presenta un gran contenido de fibra dietética, ácidos grasos saludables y proteína de alta calidad, b-glucanos ramificados, compuestos anticancerígenos e inmunoestimuladores, que los otros cereales no contienen, por lo que este sería una buena alternativa en la elaboración de productos alimenticios con alto contenido de fibra y propiedades nutraceuticas (Nieto-Ramírez et al, 2012). Para aumentar su ingesta en la población se pretende fomentar su consumo en el desarrollo de las harinas para pastas, que es uno de los productos de la canasta básica familiar. Actualmente la harina de trigo es una de las más utilizadas para la elaboración de pastas, pero el contenido nutricional puede potencializarse mediante la sustitución parcial de harina de trigo con harina de hongo. Los cuerpos

fructíferos de estas especies de hongos son muy factibles de cultivar y no necesitan una infraestructura muy especializada para desarrollarse. Para las comunidades de bajos recursos el cultivo de estos hongos puede convertirse en una buena opción para consumo propio, ya que son una fuente de proteínas no animal muy rica y son muy versátiles en su forma de preparación. Con el fin de darle valor agregado al consumo de hongos comestibles se propuso la preparación de ocho formulaciones de mezcla de harina de trigo y de harina de hongos para inducir al consumo de estos en diferentes proporciones, estableciendo el procedimiento más adecuado para transformar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* en harina para pastas sensorialmente aceptable para la población adulta de la región de Sacatepéquez.

6. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los procesamientos más adecuados para la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* en harina para pastas sensorialmente aceptable para la población adulta de la región de Sacatepéquez en el año 2020?

7. Delimitación en tiempo y espacio

7.1. Delimitación en tiempo: De marzo 2020 (inicio) a febrero 2021 (finalización).

7.2. Delimitación espacial: El estudio se desarrolló en el área de Sacatepéquez, Guatemala, específicamente en el área de Santiago Sacatepéquez, este municipio cuenta con una población estimada de 28,167 habitantes; se sitúa con índice de desarrollo humano de 0.704 (medio alto). Además, ahí está situada la Planta Productora de Hongos Comestibles que proporcionó la materia prima, por lo que el consumo de estos hongos comestibles frescos en la región mencionada con anterioridad es habitual.

8. Marco teórico

Harina de trigo. Producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum L.*, o trigo ramificado, *Triticum compactum Host.*, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. (RTCA.67.01.15:07). La harina de trigo tiene entre sus

componentes almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no del almidón (2 - 3%) particularmente arabinosilanos y lípidos (2%).

Harinas compuestas. Las harinas compuestas, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), son mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo. Estas harinas también pueden prepararse a base de cereales y productos de origen vegetal distintos del trigo. Hay dos clases de harinas compuestas. La de trigo diluida que es una mezcla de harina de trigo con otras harinas (hasta en 40%), pudiéndose agregar otros componentes. La adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones generales de procesamiento y las propiedades del producto final son similares a las de la harina preparada con trigo solamente. La segunda clase de harinas compuestas no contienen trigo y se preparan mezclando cuatro partes de harina de tubérculos y una parte de harina de soya u otra proteína suplementaria. Estos productos difieren en sus características reológicas de los que se preparan a base de trigo exclusivamente. En 1975, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) propuso extender el concepto para incluir a otras harinas no necesariamente elaboradas a partir de cereales y tubérculos y que no se usaran únicamente para preparar productos de panadería (INCAP, 1996). Tal es el caso de las harinas compuestas que se elaboran con cereales, plantas leguminosas y oleaginosas y otros productos, y que se usan para preparar alimentos de alto valor nutritivo. Así, dentro del rubro de harinas compuestas se incluyeron dos grupos adicionales: harinas de cereales suplementadas con proteína, y harinas a base de cereales, plantas oleaginosas u otros productos (Elías, 2006).

Hongos comestibles. El valor nutritivo de los hongos comestibles se centra en su contenido mineral y vitamínico (vitaminas del complejo B y C; y minerales como calcio, hierro, fósforo y potasio), importantes para una dieta balanceada. Poseen un alto contenido proteico en peso seco y son bajos en calorías, carbohidratos y grasas. Los estudios sobre hongos comestibles en Guatemala son muy escasos, sin embargo, los trabajos que tratan este tema hasta el año 2001 reportan alrededor de 60 especies de hongos comestibles silvestres, en su mayoría documentados en los mercados de las cabeceras departamentales y en algunos municipios tales como San Juan Sacatepéquez. Chipotón, Sumpango Sacatepéquez, Todos Santos Cuchumatán y San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, Tecpán, Guatemala, Chimaltenango, Además, se cuenta con el trabajo

realizado por Bran *et al.* durante los años 2001 y 2002, en 21 localidades del país (Morales, Bran, Cáceres & Flores, 2003).

En general, los hongos comestibles contienen 90% de agua y 10% de materia seca, de los cuales 27-28% son de proteína con una presencia de nueve aminoácidos esenciales como Leucina y Lisina, aproximadamente 60% corresponde a carbohidratos, en especial fibras dietéticas solubles e insolubles (D-glucanas, quitina y sustancias pécticas) y 2-8% son lípidos, entre los cuales destaca el ácido linoléico (Cano-Estrada & Romero-Bautista, 2016; García, Rodríguez, Chalarca & Zambrano, 2014; Martínez-Flores *et al.*, 2009; Rivera *et al.*, 2017). El contenido de minerales varía entre 6 y 11% según la especie; los que aparecen en mayor proporción son calcio, potasio, fósforo, magnesio, zinc, hierro y cobre. En cuanto al contenido de vitaminas, son ricos en riboflavina, niacina y folatos (Cano-Estrada & Romero-Bautista, 2016; García *et al.*, 2014). En el país se ha demostrado con diferentes estudios que se pueden cultivar varios hongos comestibles, por lo que a continuación se describirán dos de las especies de hongos con mayor valor nutricional y que se cultivan en Guatemala.

***Pleurotus ostreatus* (hongo ostra).** *P. ostreatus* es un hongo saprofito, distribuido por casi todos los bosques y selvas tropicales y subtropicales del mundo. Crecen en otoño en países donde se marcan las cuatro estaciones y en países tropicales o subtropicales en la época lluviosa; sobre maderas duras de hoja ancha, a veces coníferas especialmente madera de algodón, roble, aliso, maple, álamo temblón, fresno, haya, abedul, olmo, sauce, álamo, en troncos de árboles secos y restos de vegetales, generalmente pobres en nutrientes. Su composición nutricional está conformada por proteína 10,5-30,4 %; carbohidrato total 57,6-81,8 %; grasa 1,6-2,2 %; fibra 7,5-8,7 %. Entre los aminoácidos, vitaminas y minerales se tienen: leucina, isoleucina, valina, triptófano, lisina, treonina, fenilalanina, metionina, histidina, arginina, tiamina (B1), niacina, riboflavina, ácido ascórbico, Ca, P, K, Fe, Na. (Pineda *et al.*, 2015). Ver apéndice 1. La producción de *P. ostreatus* es una alternativa para satisfacer las necesidades alimenticias de la población. En nuestro país el cultivo de hongos comestible se encuentra poco desarrollado a pesar de la potencialidad que existe para su cultivo, pues se llegan a desarrollar en forma silvestre y existe la tradición por su consumo en algunas zonas.

***Lentinula edodes* (shiitake).** Cuenta con muchas funciones benéficas en el cuerpo humano. La descripción de las características de shiitake se encuentra en el apéndice 2. Tiene un sabor

exquisito, una textura jugosa y fina, y sus valores nutritivos son altos aportando el doble de fibra que los champiñones, pocas calorías y un elevado contenido de proteínas, entre un 14 y un 18%, proporcionando ocho aminoácidos esenciales; es una excelente fuente de vitaminas del grupo B y de minerales como Hierro, Zinc y Magnesio. Esto lo convierte en un gran aporte a la nutrición diaria del ser humano (Roncero, 2015).

Los estudios realizados por diferentes investigadores, dan a conocer el contenido nutricional por cada 100 gramos en base seca de hongo comestible, el aporte energético es de 39 kilocalorías, proteína 15-35%, colesterol < 1 g, carbohidratos 7.3 g, fibra dietética 8 g, tiamina 8 mg, riboflavina 5 mg, niacina 5.5mg y vitamina D2 > 200UI. En Latinoamérica, donde el shiitake no era un alimento tradicional, es un ejemplo de mercado emergente de este hongo. Gran parte de la población con desnutrición se ubica en regiones subtropicales y tropicales. Los estudios sobre la producción y consumo de este hongo en estos climas serán útiles para alentar el cultivo de hongos en otras partes del mundo con el fin de mitigar la pobreza. En Guatemala se puede conseguir el shiitake fresco; puede consumirse tanto en comida como en bebidas, ya sea en estado fresco o deshidratado combinado con legumbres o cereales.

Los hongos comestibles no se los debe lavar, ya que absorberían el agua y perderían su sabor, únicamente, deben limpiarse con papel toalla o un paño suave húmedo, en el refrigerador se pueden mantener frescos hasta 8 días; para protegerlos de la condensación y evitar que se sequen (Guipi, 2010).

Desarrollo de nuevos productos. Según la FAO los problemas de malnutrición y hambre en los países en desarrollo se sustentan en la falta de inclusión de micronutrientes en la dieta y en el bajo consumo de alimentos que contengan buena disponibilidad de proteína y energía. Por lo anterior, es necesario el desarrollo de alimentos de consumo masivo que aporten mayor calidad nutricional contribuyendo a mejorar la salud y el bienestar del consumidor. La pasta es un alimento de consumo masivo, de alta aceptabilidad a nivel mundial, por su bajo costo, facilidad en la preparación y almacenamiento, además en Guatemala es un alimento importante de la canasta básica (Astaíza, Ruíz & Elizalde, 2010). Es por ello, que plantear y desarrollar nuevas formulaciones de harinas para pastas que contengan un mayor aporte de proteína, fibra y minerales, utilizando harina de trigo y sustituyendo parcialmente una parte de esta con harina de hongos

comestibles, es una alternativa para promover el consumo de alimentos con un mayor aporte nutricional.

Análisis químico proximal, análisis microbiológico y análisis toxicológico. Parte fundamental de la formulación y desarrollo de productos alimenticios son los análisis de alimentos, como el análisis químico proximal, el análisis microbiológico y el análisis toxicológico previo al análisis sensorial. Tal como lo hicieron Stückrath & Petzold (2007) en su estudio “Formulación de una Pasta Gelificada a Partir del Descarte de Arándanos (*Vaccinium corymbosum*)” se deben realizar la determinación de humedad, lípidos, fibra, proteínas y cenizas, de acuerdo con las metodologías de la A.O.A.C. La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia con respecto a los análisis anteriores. Además, realizaron un recuento de hongos totales (mohos y levaduras) y la evaluación nutricional se realizó a partir del análisis proximal, utilizando los factores indicados por Atwater. El RTCA.67.01.15:07 y el RTCA 67.04.50:08. Así como las fichas técnicas de hongo ostra y shiitake brindan indicaciones claras del análisis químico proximal, microbiológico, toxicológico que deben cumplir los productos que llevan en su composición harina de trigo siendo estos coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli.*; *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, Recuento de Mohos y Levaduras. *Salmonella typhi* y para el análisis toxicológico las micotoxinas.

Análisis Sensorial. En el análisis sensorial existen dos categorías de pruebas sensoriales para consumidores: pruebas de diferencia y pruebas de aceptación/preferencia. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que van desde “me gusta muchísimo” - “no me gusta ni me disgusta” - “me disgusta muchísimo”. Para este tipo de pruebas, el consumidor habitual es el juez más idóneo, basta entonces con encuestar a un grupo de individuos de una misma zona con costumbres de consumo generales comunes. Según Ruiz & Soriano (2014) el panel sensorial puede estar conformado por no menos de 80 (IFT, 1964); de 30 según Ellis (1961) y de 40 según Ureña et al., (1999). Sin embargo, estos últimos indican que un número de 30 es el mínimo necesario para que la evaluación de sus apreciaciones tenga validez estadística Rosenthal (1999).

Velásquez, Aredo, Caipo & Paredes (2014), en su estudio “Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao L.*)” realizaron un análisis sensorial con un panel

sensorial de 30 jueces de consumidores habituales. Se evaluó la aceptabilidad general con una escala hedónica de 9 puntos teniendo resultados donde la sustitución de un 15% de harina de trigo por una mezcla de harina de quinua, soya y cacao, se logra la optimización de la aceptabilidad general, cuando los componentes se encuentran en los siguientes rangos: 14.1%- 15% harina de quinua, 0%-1.5% harina de soya y 0%-0.9% harina de cacao. En otro estudio de Caipo, Gutiérrez & Julca (2015) “Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños” se realizó un análisis sensorial con 30 niños de 5-6 años del jardín infantil, con escala hedónica gráfica facial de 10 puntos, el máximo agrado correspondió a 10 puntos y el máximo desagrado a 1 punto.

9. Estado del arte

En el desarrollo de investigaciones enfocadas en la tecnología e innovación alimentaria en el mercado de los hongos comestibles, se encuentra el estudio de Jaramillo et al. (2011), donde se desarrollaron tres formulaciones utilizando hongo ostra: un aderezo seco, un sucedáneo tipo carne de hamburguesa con hongo ostra fresco y otro con hongo ostra deshidratado para incrementar su vida de anaquel. Las formulaciones desarrolladas destacaron de sus análogos convencionales en el contenido de proteína con una digestibilidad del 96.87%, y por un análisis sensorial de prueba hedónica afectiva de 7 puntos se encontró que el grado de aceptabilidad para textura, color, sabor y apariencia obtenido fue de 75.8% para el aderezo, 65.1% para el sustituto cárnico con hongo ostra fresco y 61.7% para el sustituto con hongo ostra deshidratado. Concluyendo que las tres formulaciones son una alternativa agroindustrial de importante potencial nutricional.

López & Canale (2018), desarrollaron una barra nutritiva como alimento funcional y opción práctica de alimento rápido a partir de avena, cacahuate, amaranto, mantequilla, miel de abeja y hongo ostra deshidratado. El hongo fue secado durante 24 h a temperatura de 60°C, para su posterior molienda. Con la barra color amarillo oscuro, sabor dulce, consistencia crujiente, fibrosa y desmoronable, con olor y sabor a cereal y miel y de buen aspecto se realizó una evaluación sensorial con jueces consumidores empleando una escala hedónica de 5 puntos para calificar los atributos de sabor, color, olor y textura. El atributo con mayor puntuación fue la textura (4.39) mientras que el de menor puntaje fue el olor (4), concluyendo que es un producto potencialmente

viable para su venta con un aporte significativamente mayor de proteína comparado con otras barras del mercado. Resaltando el potencial de las setas para su incorporación en nuevos conceptos alimenticios.

En el caso del hongo comestible shiitake, Melgarejo (2015) en su investigación sobre los usos de los hongos silvestres en Bolivia, resalta que este es empleado principalmente en la industria farmacéutica para la obtención de polisacáridos, proteínas, ácidos grasos y otras sustancias; dejando a un lado su sabor exquisito y sus propiedades alimenticias y medicinales.

10. Objetivo general

Transformar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* en harina para pastas sensorialmente aceptable para la población adulta de la región de Sacatepéquez.

11. Objetivos específicos

11.1 Desarrollar la formulación más adecuada con los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* y harina de trigo que permita la elaboración de pastas sin alterar sus propiedades físicas.

11.2 Determinar el valor nutricional de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* deshidratados y pulverizados, de las formulaciones de harinas para pasta y de las dos pastas mayormente aceptadas.

11.3 Evaluar la aceptabilidad de los atributos de sabor, olor y textura de las formulaciones de harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* con la población adulta de la región de Sacatepéquez.

12. Hipótesis

Al menos una formulación de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* es aceptada por la población adulta de la región de Sacatepéquez, y al menos una formulación de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* tiene un valor nutritivo mejorado respecto a la pasta elaborada únicamente con harina de trigo.

13. Materiales y métodos

13.1 Enfoque y tipo de investigación. El enfoque de la investigación fue cuantitativo con un alcance de carácter aplicativo, que conllevó varios elementos de exploración, experimentación y explicación.

13.2 Materiales. Los materiales utilizados fueron:

Insumos. Cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, cuerpos fructíferos de *L. edodes*, harina de trigo todo uso, huevos, aceite de girasol, sal.

Equipo. Procesador de alimentos, tamizador, analizador de humedad, balanza digital, máquina para hacer pastas, hornillas eléctricas, panel sensorial.

Humanos. 1 coordinador del proyecto, profesor titular, 2 Investigadores profesionales, 2 Auxiliares de Investigación II (1 de 4 horas y 1 de 3 horas). 30 jueces no entrenados que participaron en la evaluación sensorial.

Institucionales. Laboratorio de Alimentos, Escuela de Nutrición Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC, Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A.

13.3 Recolección de información

Unidad de Análisis. La unidad de análisis estuvo constituida por los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* con una edad de madurez de 6 a 10 días. En general el diámetro del sombrero del hongo ostra oscila entre 1 a 15 centímetros de diámetro, sin embargo, en el presente estudio se utilizaron cuerpos fructíferos con un tamaño aproximado de 2 centímetros de diámetro. Los cuerpos fructíferos de *L. edodes* tenían una edad de madurez de 6 a 10 días. El diámetro del sombrero oscila entre 1.5 a 20 centímetros de diámetro, en la presente investigación se utilizaron cuerpos fructíferos con diámetro aproximado de 2 centímetros. La cantidad de muestra que se utilizó fue de 50 kg de cuerpos fructíferos frescos para cada especie y fue obtenida de la Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A. ubicada en Santiago Sacatepéquez.

Para investigación cuantitativa. En esta investigación se definió la muestra con base

en un panel interno y una prueba piloto. Al inicio se detalló que se necesitaría la participación de 50 panelistas para la prueba sensorial de aceptabilidad por escala hedónica, luego la muestra se redujo a 31 panelistas para la evaluación sensorial de las preparaciones de hongo ostra y 29 para las preparaciones de shiitake; los panelistas fueron divididos en tres grupos cada uno, los cuales se citaron en horas diferentes para evitar aglomeraciones y asegurar el distanciamiento social, guardando la salud de cada uno de los jueces. Para la prueba sensorial de aceptabilidad por ordenamiento, la muestra se redujo a 25 panelistas para la evaluación sensorial de las preparaciones de hongo ostra y 26 para las preparaciones de shiitake, siguiendo los mismos protocolos de seguridad.

La muestra fue definida según los criterios de inclusión y exclusión de los jueces que participaron de forma voluntaria en el panel interno, los cuales se describen a continuación:

Criterio de Inclusión	Criterio de Exclusión
Edad entre 18 – 45 años	Niños o adultos mayores a 45 años
Gusto por la pasta	Intolerantes al gluten
Pertenecientes a la organización	Jueces especializados
Compradores habituales de los hongos comestibles	Jueces que no consuman hongos comestibles de ningún tipo
Consumidores habituales de los hongos comestibles	Alérgicos a alguna de los hongos comestibles del estudio
Jueces no entrenados	

El tipo de muestreo fue tanto probabilístico como no probabilístico, según tipo de muestra, cumpliendo con los criterios de calidad especificados en la unidad de análisis.

Determinación de valor nutricional de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales de los hongos comestibles y de las harinas para pasta derivados de estos. Con el apoyo de Tablas de Composición de Alimentos (TCA) regional e internacionales, así como artículos científicos, se obtuvo el valor nutricional de las diferentes formulaciones con las proporciones antes descritas, analizando el valor nutricional de la harina de trigo, el hongo ostra fresco, hongo ostra seco, shiitake fresco y shiitake seco. Se calculó el valor nutricional con base al promedio de los datos obtenidos de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales. El promedio fue obtenido de las siguientes Tablas de Composición de Alimentos: TCA del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, United States Department of Agriculture (USDA), Japón, Francia, Canadá, Eslovaquia, India; y los siguientes artículos científicos titulados: “Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as affected by osmotic pretreatment and drying methods”, “Cultivation and determination of nutritional value on

edible mushroom *Pleurotus ostreatus*” y “Ried shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms as a good source of nutrient”.

Evaluación sensorial de las pastas elaboradas con las formulaciones de cada uno de los hongos. El diseño de la evaluación sensorial fue el diseño de bloques aleatorios completos, donde cada juez es un bloque y cada preparación de las formulaciones de los hongos en el estudio (*P. ostreatus* y *L. edodes*), fue un tratamiento. La preparación de las formulaciones de la mezcla de harinas y de las muestras para el análisis sensorial (las pastas o fideos) se elaboraron de forma manual, las cuales se presentan en el Apéndice 3. Se llevó a cabo con método estandarizado de la receta para asegurar que los jueces recibieran el mismo tipo de muestra y así se eliminó la posibilidad de los efectos de la preparación, los pasos se estandarizaron durante las pruebas preliminares de la formulación y se documentaron antes de iniciar las pruebas sensoriales.

La evaluación sensorial se llevó a cabo en dos sesiones, una sesión para evaluar los atributos de color, sabor y textura de las cuatro pastas elaboradas con la mezcla de harina de trigo y harina de hongo ostra y la otra sesión para evaluar los mismos atributos para las cuatro pastas elaboradas con la mezcla de harina de trigo y harina de shiitake, esto para evitar que el juez fatigue sus sentidos. Las muestras se presentaron a cada juez en forma aleatoria. A través de una prueba de escala hedónica de 5 categorías que brindó una respuesta de tipo ordinal, se realizó la recolección de los datos, la escala categorizada que se utilizó se observa en el Apéndice 4.

Además, se realizó otra prueba sensorial la de aceptabilidad por ordenamiento, en cada sesión se les pidió a los jueces que ordenaran las muestras codificadas, en base a su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta las más aceptada, indicando que no se permitía la ubicación de dos muestras en la misma posición (Apéndice 4).

Se evaluó el grado de satisfacción de las características sensoriales de sabor, olor y textura de las pastas elaboradas con las formulaciones establecidas para cada uno de los comestibles del presente estudio. Esta se realizó con un panel interno de consumidores a la que se le denominó “panel piloto de consumidores” (Ruiz & Soriano, 2014). El primer día de evaluación sensorial se contó con el apoyo de 31 personas adultas para la prueba de

aceptabilidad por escala hedónica de las formulaciones de hongo ostra y harina de trigo, mientras que para la prueba de aceptabilidad por ordenamiento de las mismas formulaciones participaron 25 panelistas; pertenecientes a la organización y consumidores habituales de este tipo de setas de la población de Sacatepéquez.

El segundo día de evaluación sensorial se contó con el apoyo de 29 personas adultas para la prueba de aceptabilidad por escala hedónica de las formulaciones de shiitake y harina de trigo, mientras que para la prueba de aceptabilidad por ordenamiento de las mismas formulaciones participaron 26 panelistas; pertenecientes a la organización y consumidores habituales de este tipo de setas de la población de Sacatepéquez.

Consideraciones éticas. Las personas involucradas en la presente investigación no sufrieron ningún riesgo o daño a su integridad al formar parte del estudio. Para el análisis sensorial se hizo una selección por conveniencia de los participantes, cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión de la investigación, para lograr los objetivos científicos de la misma. Por lo tanto, no hubo preferencia sobre alguna característica individual. Las personas que participaron en la evaluación sensorial firmaron un consentimiento informado previo donde manifestaron su voluntad en participar en la investigación, y donde se estableció que ellos tenían la libertad de retirarse en cualquier momento de la investigación y que la información que proporcionaron es confidencial a través del uso de instrumentos codificados y que se utilizarían solamente para los fines de la investigación (Apéndice 5).

13.4 Técnicas e instrumentos.

Formulación de harina. Los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* que fueron empleados en la investigación fueron cultivados y cosechados en las instalaciones de la Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A. ubicada en Santiago Sacatepéquez. Aproximadamente dos horas después de la cosecha de cada especie respectivamente, posterior a la limpieza de los cuerpos fructíferos, quitando los restos de paja de trigo sustrato utilizado para el cultivo de hongo ostra o de aserrín el cual es el sustrato utilizado para el cultivo de shiitake, se procedió al secado de los cuerpos fructíferos.

Para el secado o deshidratación de los cuerpos fructíferos se utilizó un secador solar, donde se alcanzaba una temperatura máxima de 50°C, los cuerpos fructíferos permanecieron allí aproximadamente 3 días hasta obtener un peso constante. Subsecuentemente se realizó la molienda, donde los cuerpos fructíferos secos fueron pulverizados en procesador de alimentos para lograr así la reducción del tamaño de la partícula similar a la de la harina de trigo para pasta (García et al, 2014). La obtención de la harina se efectuó con el equipo proporcionado por el Laboratorio de Alimentos, y siguiendo los requisitos del RTCA.67.01.15:07 y el RTCA 67.04.50:08 en relación a criterios microbiológicos y fisicoquímicos relacionados con humedad < 15.5% y tamaño de la partícula < 212 µm, utilizando un tamizador de 212 µm. Una vez pulverizadas se realizaron los cálculos para estimar la cantidad necesaria de materia seca de cada uno de los hongos a procesar, y luego se realizaron las sustituciones necesarias hasta encontrar el porcentaje óptimo que podría ser añadido a la harina de trigo para pastas. Se estableció la formulación preliminar según nivel de sustitución de la harina de trigo con la harina respectiva de cada uno de los hongos utilizados en el presente estudio, para lo cual se tomó como base la fórmula de una harina de pasta de trigo normal.

Los niveles de sustitución de la harina de trigo con setas de hongos comestibles fueron:

Tipo de mezcla/ No. Mezcla	Formulación hongo ostra (FO)	Tipo de mezcla/ No. Mezcla	Formulación shiitake (FS)
FO1	90:10	FS1	90:10
FO2	80:20	FS2	80:20
FO3	70:30	FS3	70:30
FO4	50:50	FS4	50:50

Siendo que la proporción 90:10 fue 90% harina de trigo y 10% harina del respectivo hongo comestible, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

13.5 Operacionalización de las variables o unidades de análisis: En la Tabla 1 se define la operacionalización de las variables del estudio.

Tabla 1

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	Variables o unidades de análisis	Forma de medición

<p>Desarrollar la formulación más adecuada con los cuerpos fructíferos de <i>P. ostreatus</i> y <i>L. edodes</i> y harina de trigo que permita la elaboración de pastas sin alterar sus propiedades físicas.</p>	<p>Desarrollo de las formulaciones de harinas para pastas de hongos comestibles (edad de madurez del cuerpo fructífero y diámetro del sombrero de la seta). Sustitución parcial de harina de trigo en el desarrollo de las formulaciones de harinas para pastas de los hongos comestibles (porcentajes de la sustitución y tamaño de la partícula).</p>	<p>Observación directa, registros y mediciones Según RTCA de harina de trigo</p>
<p>Determinar el valor nutricional de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales de los cuerpos fructíferos de <i>P. ostreatus</i> y <i>L. edodes</i> deshidratados y pulverizados, de las formulaciones de harinas para pasta y de las dos pastas mayormente aceptadas.</p>	<p>Determinación del valor nutricional de las setas frescas, setas pulverizadas y de las formulaciones de harina compuesta, con base a Tablas de Composición de Alimentos -TCA- y artículos científicos.</p>	<p>Registros y Mediciones Según RTCA de harina de trigo Fichas técnicas de setas de hongos Ostra y Shiitake Tablas de Composición de Alimentos y artículos científicos</p>
<p>Evaluar la aceptabilidad de los atributos de sabor, olor y textura de las formulaciones de harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de <i>P. ostreatus</i> y <i>L. edodes</i> con la población adulta de la región de Sacatepéquez.</p>	<p>Evaluación sensorial de sabor, textura y olor de las formulaciones de harina compuesta (Aceptabilidad hedónica por jueces consumidores y aceptabilidad por ordenamiento de jueces consumidores)</p>	<p>Encuestas de aceptabilidad hedónica y de ordenamiento</p>

13.6 Procesamiento y análisis de la información

El valor nutricional de los hongos comestibles tanto de *P. ostreatus* como *L. edodes*; así como de los productos obtenidos de estos, las harinas para pastas se determinaron a través de las medias de los resultados obtenidos de las Tablas de Composición de Alimentos (TCA) regional e internacionales y artículos científicos. Para obtener el valor nutricional de las formulaciones de la harina de trigo y *P. ostreatus* pulverizado se calculó el promedio de los datos obtenidos de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales de las siguientes Tablas de Composición de Alimentos: TCA del Instituto de Nutrición de Centroamérica, United States Department of Agriculture (USDA), Japón, Francia y Canadá, Eslovaquia, India y los siguientes artículos científicos titulados: “Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as affected by osmotic pretreatment and drying methods” y “Cultivation and determination of nutritional value on edible mushroom *Pleurotus ostreatus*”.

Por otro lado, para obtener el valor nutricional de las formulaciones de la harina de

trigo y *L. edodes* pulverizado se calculó el promedio de los datos obtenidos de macronutrientes, fibra dietética, ácidos grasos y minerales de las siguientes Tablas de Composición de Alimentos siguientes: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, United States Department of Agriculture (USDA), Canadá, Japón, India y Francia. Al promedio de los datos se le realizó un ajuste al valor de la proteína por pérdida del 15% a través de la molienda, en todas las formulaciones de harina de trigo y *P. ostreatus* pulverizado y harina de trigo y *L. edodes* pulverizado. Los datos derivados de la evaluación sensorial fueron procesados en el programa estadístico Startical Product and Service Solutions –SPSS 22.0 -.

Para la prueba de aceptabilidad por escala hedónica se realizó un análisis de varianza no paramétrica –ANOVA- con un nivel de significancia del 95% ($p = 0.05$); para cada uno de los atributos evaluados, sabor, olor y textura. Se compararon los valores críticos F para los tratamientos, se consideraron significativos a un valor del 5%. Si existe diferencia significativa, se hizo una prueba de comparación múltiple, se utilizó la Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan, indicando si las medias fueron significativamente diferentes.

Para la prueba de aceptabilidad por ordenamiento se realizó el análisis de los datos utilizando la prueba de Friedman. El nivel de significancia fue del 95% ($p = 0.05$); para cada uno de los atributos evaluados, sabor, olor y textura. La prueba de Friedman comparó globalmente los rangos obtenidos determinando el valor crítico F, confrontándolo con los valores de referencia en la tabla de Ji Cuadrado (X^2). También se realizó la prueba de Kramer determinando que si existió diferencia entre las formulaciones. Adicional, para la interpretación de las medias los resultados de la evaluación sensorial de los atributos se emplearon los criterios de 3.0-5.0 para aceptación; 2.1-2.9 como inferencia y de 0-2.0 para rechazo.

13.7 Vinculación, difusión y divulgación

Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A. ubicada en Santiago Sacatepéquez. Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

14. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados

Tabla 1

Características sensoriales de la pasta cocida de las cuatro formulaciones de harina de P. ostreatus y harina de trigo.

Cualidad sensorial/ Formulación	90:10	80:20	70:30	50:50
Sabor	Sabor característico a pasta.	Sabor característico a pasta con un menor sabor a hongo ostra.	Sabor a hongo ostra.	Sabor a hongo ostra.
Color	Café claro	Café	Café	Café oscuro
Olor	Característico a harina para pastas.	Característico a harina para pasta Olor predominante a harina de trigo y en menor proporción a hongo ostra.	Olor predominante a hongo ostra.	Olor predominante a hongo ostra.
Textura	Textura suave. Fácil de masticar y cortar. Fideos enteros	Textura suave. Fácil de masticar y cortar. Textura granulada	Textura suave. Fácil de masticar y cortar. Textura granulada. Fideos quebradizos no enteros.	Textura granulada y fácil de comer.

Tabla 2

Características sensoriales de la pasta cocida de las cuatro formulaciones de harina de L. edodes y harina de trigo.

Cualidad sensorial/Formulación	90:10	80:20	70:30	50:50
Sabor	Sabor característico a pasta	Sabor característico a pasta con un poco de sabor a shiitake	Sabor a shiitake	Sabor a shiitake
Color	Café claro	Café	Café	Café oscuro
Olor	Característico a harina de trigo para pastas.	Característico a de harina trigo para pastas con un ligero aroma a shiitake.	Olor a shiitake.	Olor a shiitake.
Textura	Textura suave. Fácil de masticar y cortar Fideos enteros	Textura suave. Fácil de masticar y cortar Textura granulada, fideos enteros.	Textura suave. Fácil de masticar y cortar. Textura menos firme. Fideos un poco quebradizos.	Textura menos firme y fácil de comer. Fideos quebradizos.

Tabla 3

*Valor nutricional de las formulaciones de harina de trigo y *P. ostreatus* pulverizado.*

Nutriente	Formulación 90:10	Formulación 80:20	Formulación 70:30	Formulación 50:50
Energía (KJ/100g)	1448	1433	1417	1385
Energía (Kcal/100g)	346	342	339	331
Carbohidratos (g/100g)	71.26	68.52	65.79	60.31
Proteína (g/100g)	13.76	14.25	15.28	16.80
Grasa (g/100g)	0.28	0.55	0.83	1.39
Fibra dietética (g/100g)	1.69	3.38	5.07	8.45
Ácidos grasos saturados (mg/100g)	42.34	84.53	126.71	221.08
Ácidos grasos insaturados (mg/100g)	7.48	14.86	22.25	37.03
Ácidos grasos poliinsaturados (mg/100g)	179.57	358.73	537.89	896.21
Fósforo (mg/100g)	167	227	286	405
Magnesio (mg/100g)	76	129	183	291
Calcio (mg/100g)	20	25	31	41
Cobre (mg/100g)	0.63	1.13	1.62	2.61
Zinc (mg/100g)	5.17	9.64	14.12	23.06
Manganeso (mg/100g)	0.10	0.20	0.31	0.51
Hierro (mg/100g)	8.56	11.62	14.68	20.80

Nota: Obtenido de VUP Food Research Institute. (2013). Slovak Food Composition Data Bank. <http://www.pbd-online.sk/en#>. Longvah, T, Ananthan, R. Bhaskarachary, K & Venkaiah. (2017). Indian Food Composition Tables. India: National Institute of Nutrition. United States Department of Agriculture (USDA). (2019). FoodData Central Search Results. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168436/nutrients>. Government of Canadá. (2015). Canadian Nutrient File. <https://food-nutrition.canada>. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. Japan. (2015). Standard Tables of Food Composition in Japan. 7 ed. https://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/policy/title01/detail01/1374030.htm. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. (2016). French Food Composition Table. <https://ciqual.anses.fr/>

. “Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatment and drying methods”, by Tolera, K. & Abera, S. (2017). *Food Science and Nutrition*. 7 (5), 989–996. DOI: 10.1002/fsn3.484. “Cultivation and determination of nutritional value on edible mushroom *Pleurotus ostreatus*” by Kajendran, M., Balaji, S. & Sathya, S. (2018). *Journal of Biotechnology and Bioscience*. 3 (6), 40-44. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (2018). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 3ed. INCAP: Guatemala. Siendo que la proporción 90:10 fue 90% harina de trigo y 10% harina de setas del hongo Ostra, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones

Tabla 4

Valor nutricional de las formulaciones de harina de trigo y L. edodes pulverizado.

Nutriente	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación
	90:10	80:20	70:30	50:50
Energía (KJ/100g)	1433	1400	1368	1303
Energía (Kcal/100g)	342	334	327	311
Carbohidratos (g/100g)	73.55	73.10	72.65	71.76
Proteína (g/100g)	12.72	12.44	12.16	11.60
Grasa (g/100g)	0.17	0.33	0.50	0.83
Fibra dietética (g/100g)	1.89	3.78	5.66	9.44
Ácidos grasos saturados (mg/100g)	22.81	45.46	68.11	113.41
Ácidos grasos insaturados (mg/100g)	46.95	93.81	140.66	234.38
Ácidos grasos poliinsaturados (mg/100g)	15.44	30.46	45.49	75.54
Fósforo (mg/100g)	127	146	165	203
Magnesio (mg/100g)	32	43	53	74
Calcio (mg/100g)	15	14	14	13
Cobre (mg/100g)	0.53	0.91	1.30	2.07
Zinc (mg/100g)	1.26	1.82	2.39	3.51
Manganeso (mg/100g)	0.11	0.22	0.33	0.55
Hierro (mg/100g)	5.12	4.74	4.36	3.61

Nota: Obtenido de Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (2018). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 3ed. INCAP: Guatemala. United States Department of Agriculture (USDA). (2019). FoodData Central Search Results. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168436/nutrients>. Government of Canadá. (2015). Canadian Nutrient File. <https://food-nutrition.canada>. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. Japan. (2015). Standard Tables of Food Composition in Japan. 7 ed. https://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/policy/title01/detail01/1374030.htm. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. (2016). French Food Composition Table. <https://ciqual.anses.fr/>

Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de setas del hongo Shiitake, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

Tabla 5

Prueba de aceptabilidad por escala hedónica de las cuatro muestras de pasta de la harina de *P. ostreatus* y harina de trigo y de *L. edodes* y harina de trigo.

<i>P. ostreatus</i>		<i>L. edodes</i>	
Formulación	Promedio	Formulación	Promedio
Atributo sabor			
90:10	4.06	90:10	3.86
80:20	3.97	80:20	3.62
70:30	3.45	70:30	4.06
50:50	3.19	50:50	3.34
Atributo textura			
90:10	3.90	90:10	3.68
80:20	4.16	80:20	3.93
70:30	3.70	70:30	3.86
50:50	3.67	50:50	3.65
Atributo olor			
90:10	3.80	90:10	3.48
80:20	3.83	80:20	3.72
70:30	3.74	70:30	3.79
50:50	3.35	50:50	3.58

Nota: Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de cuerpos fructíferos del *P. ostreatus* o *L. edodes*, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones. Número de panelistas: 25.

Escala hedónica: Me gusta mucho: 5 puntos. Me gusta: 4 puntos. No me gusta ni me disgusta: 3 puntos. Me disgusta: 2 puntos. Me disgusta mucho: 1 punto.

Tabla 6

Análisis de varianza ANOVA de la prueba de aceptabilidad por escala hedónica para el atributo sabor, textura y olor de la harina de pasta de *P. ostreatus* y harina de trigo.

Atributo	Origen de las variaciones	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Interpretación
Sabor	Panelistas	3	3.2653 ^{E-05}	1.5859	Existe una diferencia significativa (p ≤ 0.05)
	Muestras	9.0396	2.7074 ^{E-05}	2.7058	
Textura	Panelistas	2.2317	0.0019	1.5859	No existe diferencia significativa (p > 0.05)
	Muestras	2.6748	0.0519	2.7058	
Olor	Panelistas	2.9428	4.4212 ^{E-05}	1.5859	No existe diferencia significativa (p > 0.05)
	Muestras	2.4327	0.0701	2.7058	

Tabla 7

Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan de la prueba de aceptabilidad para el atributo de sabor de la harina de pasta de *P. ostreatus* y harina de trigo.

Formulación	Media	No. de medias	Diferencia	Amplitud crítica	Resultado
90:10	4.09	4 medias	0.9	0.433	Significativo
80:20	3.96	3 medias	0.64	0.419	Significativo
70:30	3.45	2 medias	0.398	0.398	No significativo
50:50	3.19				

Nota: Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

Tabla 8

Análisis de varianza ANOVA de la prueba de aceptabilidad por escala hedónica para el atributo sabor, textura y olor de la harina de pasta de *L. edodes* y harina de trigo.

Atributo	Origen de las variaciones	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Interpretación
Sabor	Panelistas	1.1373	0.3188	1.6104	No existe diferencia
	Muestras	2.0384	0.1146	2.7132	significativa ($p > 0.05$)
Textura	Panelistas	1.6299	0.04583	1.6104	No existe diferencia
	Muestras	0.5745	0.6333	2.7132	significativa ($p > 0.05$)
Olor	Panelistas	7.5879	2.1496 ^{E-13}	1.6104	No existe diferencia
	Muestras	1.2697	0.2900	2.7132	significativa ($p > 0.05$)

Tabla 9

Medias de la prueba de ordenamiento por aceptabilidad para los atributos de sabor, textura y color de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo: *P. ostreatus* y harina de trigo: *L. edodes*

Hongo	Formulación	Suma	Promedio	Interpretación
<i>P. ostreatus</i> (hongo ostra)	90:10	75	2.42	Inferencia
	80:20	75	2.41	Inferencia
	70:30	57	1.84	Rechazo
	50:50	43	1.39	Rechazo
<i>L. edodes</i> (shiitake)	90:10	62	2.14	Inferencia
	80:20	65	2.24	Inferencia
	70:30	71	2.45	Inferencia
	50:50	62	2.14	Inferencia

Nota: Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de cuerpos fructíferos respectivo y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

Criterios: 3.0-5.0 para aceptación. 2.1-2.9 como inferencia y de 2.0-0 para rechazo.

Tabla 10

Prueba de Friedman para la prueba de ordenamiento por aceptabilidad para la harina de pasta de P. ostreatus y harina de trigo y L. edodes y harina de trigo.

Harina	Valor obtenido	Valor crítico	Interpretación
<i>P. ostreatus</i> y harina de trigo	17.35	7.81	Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)
<i>L. edodes</i> y harina de trigo	1.25	7.81	No existe diferencia significativa ($p > 0.05$)

Tabla 11

Prueba de Kramer para la prueba de ordenamiento por aceptabilidad para la harina de pasta de P. ostreatus y harina de trigo.

<i>P. ostreatus</i> y harina de trigo						
Formulación / suma preferencia	90:10	80:20	70:30	50:50	Valor crítico	Interpretación
	75	75	57	43	23.5	Si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)
90:10	75	0	0	-18	-32	
80:20	75	0	0	-18	32	
70:30	57	18	18	0	14	
50:50	43	32	32	14	0	
<i>L. edodes</i> y harina de trigo						
Formulación / suma preferencia	90:10	80:20	70:30	50:50	Valor crítico	Interpretación
	62	65	71	62	23.9	No existe diferencia significativa ($p > 0.05$)
90:10	62	0	3	9	0	
80:20	65	-3	0	6	-3	
70:30	71	-9	-6	0	-9	
50:50	62	0	3	9	0	

Nota: Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de cuerpos fructíferos del hongo respectivo, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones

15. Análisis y discusión de resultados

La pasta es un alimento consumido comúnmente por la población guatemalteca debido a su bajo costo, su fácil preparación, sus agradables propiedades sensoriales, su larga vida anaquel y su sabor muy aceptable (Reis, Esteves & Ferreira, 2017). Por otro lado, los hongos no forman parte de los principales alimentos consumidos por la población, aun siendo tan ricos nutricionalmente.

Al realizar las formulaciones de las harinas compuestas se logró potenciar las propiedades de ambos alimentos.

En la Tabla 1 se observan las características sensoriales de la pasta elaborada a base de harina de hongo ostra y harina de trigo en la cual podemos evidenciar que entre más cantidad de hongo ostra posee la formulación más sabor y olor característico posee, y mayor es la intensidad del color café (Apéndice 6). Respecto a la textura entre mayor proporción de harina de trigo posea, esta es lisa, suave y fácil de masticar, mientras que esta se vuelve granular y quebradiza a mayor proporción de harina de hongo, lo que puede provocar en los panelistas un cambio en su aceptabilidad. Estas descripciones concuerdan con Caballero y colaboradores (2019) en su investigación donde la pasta de fettuccine se elaboró adicionando hongo ostra deshidratado. En la pasta control, es decir sin la adición de harina de hongo, se notó color amarillo claro con un olor característico a trigo, de textura suave y lisa. Las pastas adicionadas con 10% de harina de setas presentaron un color café claro y con su característico olor a seta, en cuanto a su textura resultó más suave y tersa con apariencia granular similar a la harina integral. La pasta con 20% de harina de setas tuvo un color un poco más oscuro que la pasta con el 10% siendo su olor un poco más pronunciado a setas y sin perder su textura suave y su apariencia granular. En la investigación Correia y colaboradores (2017) describen la textura de las pastas cocidas, tanto el interior como el exterior la firmeza de las pastas disminuye con el aumento de proporción de hongo pulverizado para todas las formulaciones de las pastas. La reducción de la firmeza de las pastas podría estar asociada con el contenido de fibra del polvo del hongo al interrumpir la matriz de proteína y almidón de la pasta. Así, las pastas con mayor firmeza fueron las elaboradas con harina de trigo.

Con respecto al shiitake, sus características organolépticas fueron similares a las del hongo ostra, obteniendo un sabor característico a hongo más intenso en las formulaciones con mayor proporción (Tabla 2). El color fue aumentando cada vez más desde un tono café claro hasta un tono café oscuro en la mezcla con mayor cantidad de hongo (Apéndice 7). Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Reis y colaboradores (2017), en el cual se formuló una pasta con shiitake, obteniendo como resultado que el color claro de la pasta disminuía al aumentar la cantidad de mezcla de hongo, fenómeno observado tanto en pastas frescas como cocidas, probablemente debido al color oscuro de la harina de shiitake. También se notó que las pastas se volvieron más oscuras con la cocción al igual que en este estudio. En el caso del olor y sabor de la

formulación, al cocerse y al aumentar la proporción de shiitake se eleva la intensidad de estos atributos. Esto coincide con el estudio realizado en la Universidad de Guayaquil, en el cual afirman que al secar el shiitake se prolonga mucho su duración, potenciando además su aroma (Arreaga & Torres, 2016).

En la investigación de Caballero y colaboradores (2019) se realizaron los análisis químicos proximales a una pasta tipo fettuccine con proporción 90:10 y 80:20 de harina de hongo ostra, la proteína cuantificada en base seca para la pasta con 90:10 fue de 17.9%, para la pasta con 80:20 fue de 19.08%, y para la pasta sin adición de harina de setas fue de 11.15% indicando claramente que la sustitución de harina de setas incrementa entre un 50 a 70% el aporte proteico. Respecto al contenido de fibra en la pasta fue entre 0.92% (90:10) y 3.31% (80:20) en base seca y 0.44% para el control, por lo que la adición de hongo duplica y cuadruplica el aporte de fibra. Respecto al contenido de grasa para base seca fue de 5.7% (90:10) y 4.89% (80:20). Respecto a carbohidratos para base seca fue de 74% (90:10) y 70.86% (80:20), siendo los datos similares a los presentados en la Tabla 3, con la diferencia que en artículo se presenta valor nutricional de la pasta cocida.

En caso del shiitake, la parte comestible consiste de píleo y de estípite, en una proporción aproximada de 75% y 25% del hongo en base seca respectivamente. Diversos estudios muestran que a través de los análisis de composición proximal se determina que los dos componentes del hongo son muy diferentes en su composición química. En este estudio se utilizó el píleo del hongo para la base de harina de la pasta, esto debido a que ha sido reportado que el píleo tiene mayores ventajas tanto nutricionales como sensoriales. Principalmente se ha determinado un mayor porcentaje de proteína en esta parte del hongo en comparación con el resto del cuerpo fructífero (Rivera et al, 2017). Según un estudio realizado en la Universidad de la Salle en la cual utilizaron el shiitake seco como sustrato de la harina en la producción de galletas dulces, se encontró un porcentaje de sustitución óptimo de la harina de trigo por la harina del hongo deshidratado del 5%, con un aumento del 6% en proteína y un nivel de aceptación moderado con mínimo de rechazo (Beltrán & Puerto, 2006). El alto contenido de proteína se ve evidenciado en la Tabla 4, la cual es de 11.60g en 100g de la pasta en la formulación 50:50. El contenido proteico del shiitake seco es comparable al del pollo, cerdo y carne, pero el contenido en grasa es mucho menor y la cantidad de fibra dietética es considerablemente más alta que la de esas carnes (Arreaga & Torres, 2016). Por ello es una excelente alternativa nutricional para la población guatemalteca.

Al comparar la Tabla 3 y 4, se muestra que la mezcla para pasta con hongo ostra tiene un mayor aporte de proteína, ácidos grasos polinsaturados y micronutrientes como P, Mg, Ca, Cu, Zn y Fe que la mezcla con shiitake.

Se debe resaltar que los valores nutricionales presentados corresponden a las formulaciones de harinas compuestas, sin proceso de cocción. Al cocer la pasta puede existir pérdida de nutrientes que puede atribuirse a una dilución del gluten y la proteína-almidón debido a la sustitución de β -glucano. Por lo tanto, este resultado podría alterar el contenido nutricional y provocar una pérdida de material sólido (nutrientes en este caso) en el agua de cocción (Reis et al, 2017).

Después de obtener las formulaciones de las harinas compuestas, y de la estandarización del proceso de preparación de muestras para análisis sensorial, se procedió a realizar una prueba de aceptabilidad de escala hedónica y una prueba de aceptabilidad por ordenamiento. En la Tabla 5 se observan los resultados de la aceptabilidad de los atributos de sabor, textura y olor de las ocho formulaciones de las harinas compuestas. Se observa que la formulación 90:10 y la 80:20 de hongo ostra y harina de trigo son las que obtuvieron una ponderación mayor en el atributo olor, sabor y textura siendo estas las que fueron mayormente aceptadas. Ninguna de las formulaciones fue de disgusto para los panelistas, ya que ningún atributo obtuvo una ponderación menor o igual a 2.

La Tabla 6 presenta el análisis de varianza ANOVA, donde la aceptabilidad del atributo de sabor de la harina para pasta de hongo ostra y harina de trigo, presenta una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en las muestras, por lo que se realizó la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan (Tabla 7). Demostrando que existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la aceptabilidad del sabor entre la formulación 90:10 y 50:50, siendo más aceptable la muestra 90:10, además existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre la aceptabilidad de la muestra 90:10 y 70:30, siendo más aceptable la muestra 90:10. No existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre la aceptabilidad de la muestra 90:10 y 80:20, es decir, que tanto la formulación 90:10 y 80:20 son las más aceptables para el atributo sabor. Esto es probablemente a que el hongo ostra proporciona un sabor característico (umami), siendo un indicador de proteína que la persona identifica como un nutriente importante para sobrevivir (Caballero et al, 2019).

Por otro lado, en la Tabla 5 se evidencia la aceptabilidad de las formulaciones del shiitake y harina de trigo para los diferentes atributos, siendo la mezcla 70:30 la más aceptada por obtener los valores más altos en los atributos de sabor, textura y olor. Los atributos mejor calificados son

el sabor de la mezcla 70:30 y la de textura de la 80:20. Ninguna de las formulaciones fue de disgusto para los panelistas, ya que ningún atributo obtuvo una ponderación menor o igual a 2. Un factor que afecta la aceptabilidad de la textura de las pastas es la firmeza del fideo, la cual disminuye al aumentar la proporción de hongo en la mezcla, debido al alto contenido de fibra en ella. Este resultado coincide con un estudio realizado con pastas de shiitake, el cual concluye que las características de textura de la pasta son determinantes para la aceptación final por parte de los consumidores, y que la firmeza interna y externa de las pastas frescas disminuye con el aumento de la proporción de harina de shiitake (Reis et al, 2017).

Según la Tabla 8, en el análisis ANOVA para los tres atributos del shiitake se obtuvo un resultado $p \leq 0.05$, lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre cada una de las mezclas. Existen mezclas que se asemejan entre sí en ciertos atributos, siendo las formulaciones de harina compuestas parecidas en textura y olor las 80:20 y 70:30, y en sabor la 90:10 y 70:30.

Para finalizar la evaluación sensorial, se realizó la prueba de aceptabilidad por ordenamiento según atributos. En la Tabla 9 se observan las medias obtenidas en las formulaciones de hongo ostra y harina de trigo para el atributo de sabor, lo que indica que las formulaciones 90:10 y 80:20 no fueron aceptadas ni rechazadas, solo inferidas, mientras las formulaciones 70:30 y 50:50 demostraron un rechazo por parte de los panelistas. En el caso de las formulaciones de shiitake y harina de trigo, como resultado se obtuvo que todas fueron inferidas, no siendo aceptadas, pero tampoco rechazadas. Por otro lado, en la Tabla 10 se observa la prueba de Friedman con un valor de 17.35, indicando que el nivel de aceptabilidad de las cuatro formulaciones de hongo ostra y harina de trigo es diferente, por lo que se realizó la prueba de Kramer (Tabla 11), demostrando una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para el atributo de sabor. Por lo tanto, se dice que las formulaciones 90:10 y 80:20 son más aceptadas que las formulaciones 70:30 y 50:50, pero el nivel de preferencia de las formulaciones 70:30 y 50:50 es igual. Al evaluar las formulaciones de shiitake y harina de trigo los resultados obtenidos son muy diferentes ya que al aplicar la prueba de Friedman se obtiene un valor de 1.25, el cual evidencia que no existe una diferencia significativa en la aceptabilidad de las formulaciones, ratificándose con el resultado de la prueba de Kramer.

En relación a la hipótesis establecida en el estudio, se concluye que al dos de las formulaciones de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y cuatro de las formulaciones de *L. edodes* fueron aceptadas por la población adulta de la región

de Sacatepéquez, y todas las formulaciones de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* tienen un valor nutritivo mejorado respecto a la pasta elaborada únicamente con harina de trigo.

16. Conclusiones

Las formulaciones de harinas compuestas para pastas más adecuadas según sus propiedades físicas y organolépticas para *P. ostreatus* son de 90:10 y 80:20, mientras que para *L. edodes* las más adecuadas son 90:10, 80:20, 70:30 y 50:50.

Las formulaciones de harinas compuestas realizadas con harina de trigo y *P. ostreatus* pulverizado obtuvieron mayor contenido nutricional con respecto a proteína, ácidos grasos polinsaturados y micronutrientes como P, Mg, Ca, Cu, Zn y Fe según la determinación del valor nutricional.

Las dos pastas obtenidas de las harinas compuestas mayormente aceptadas en los atributos de sabor, textura y olor para el *P. ostreatus* fueron las proporciones 90:10 y 80:20, y para *L. edodes* fueron las proporciones 80:20 y 70:30, según la población adulta de Sacatepéquez.

Se acepta la hipótesis establecida en el estudio, pues dos de las formulaciones de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y cuatro de las formulaciones de *L. edodes* fueron aceptadas por la población adulta de la región de Sacatepéquez, y todas las formulaciones de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* tienen un valor nutritivo mejorado respecto a la pasta elaborada únicamente con harina de trigo.

17. Impacto esperado

El impacto esperado con este estudio es contribuir a mejorar la situación de seguridad alimentaria y nutricional del país a través de desarrollo de alternativas de productos alimenticios a base de alimentos más naturales, nativos y sobre todo no procesados, aprovechando el valor

nutritivo de las setas de hongos comestibles, las cuales tienen un alto valor nutritivo, además de la conservación de las costumbres y tradiciones de algunas regiones que consumen estos productos de forma fresca pero que buscan otras alternativas para elevar su consumo.

18. Referencias

- Arreaga, E. & Torres, P. (2016). Estudio de las propiedades alimenticias del hongo Shiitake (*Lentinula edodes*) y sus aplicaciones en la gastronomía ecuatoriana (Licenciatura). Universidad de Guayaquil.
- Astaíza, M. Ruíz, L. & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Vol. 8. No. 1. Enero - junio 2010.
- Belloso, K., González, I., Suárez, R. & Cáceres, A. (2015). Actividad antioxidante de extracto de diez basidiomicetos comestibles en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 2(2), 119-126. ISSN:2410- 6356.
- Beltran, S. & Puerto, P. (2006). Transformación de la seta comestible Shiitake (*Lentinula edodes*) en harina como sustituto para elaborar galleta dulce de regalo. (Licenciatura). Universidad de la Salle.
- Benavides, O., Cabrera, E., Villota, A. & Perdomo, D. (2015). Ácidos grasos del hongo funcional *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos sólidos agroindustriales. *Producción + Limpieza*, 10(1), 73- 81.
- Caballero, A., Meza, P., Palacios, G. & Zea, S. (2019). Evaluación proximal y sensorial de pasta Fettuccinie con sustitución parcial con harina de setas *Pleurotus ostreatus*. *Revista Digital de Universidad Autónoma de Chiapas*. 19 (8).<http://dx.doi.org/10.31644/IMASD.19.2019.a07>
- Caipo, Y., Gutiérrez, A. & Julca, A. (2015). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños. *Agroind Sci* 5 (1), 61-67.
- Correia, P., Esteves, S. & Ferreira, R. (2017). Effect of mushroom powder in fresh pasta development. *Foodbalt*. DOI: 10.22616/foodbalt.2017.010
- Cruz, D., López, E., Pascual, L. & Battaglia, M. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 104(3/4), 139-154. DOI.ORG/10.12895/JAEID.20103/4.16.

- De León-Chocooj, R., Guzman, G. & Martínez-Carrera, D. (1988). Planta Productora de Hongos Comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en Guatemala. *Rev. Mex. Mic.* 4, 297-301.
- Elías, L. (2006). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Notas técnicas.
- French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. (2016). French Food Composition Table. <https://ciqual.anses.fr/>
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). (1996). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT006.pdf>
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (2018). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 3ed. INCAP: Guatemala.
- Government of Canadá. (2015). Canadian Nutrient File. <https://food-nutrition.canada.ca>
- Granito, M., Torres, A., & Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia*, 28 (7), 372-379. ISSN 0378 – 1844.
- Guipi. (2010). Guipi Champiñones. Retrieved from Hongo shiitake: http://www.guipi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=35
- Jaramillo, D., Yepes, L., Hincapié, G., Velásquez, M. & Vélez, L. (2011). Desarrollo de productos a partir de la orellana (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Investigaciones Aplicadas*, 5(2), 82-91. ISSN 2011-0413.
- Kajendran, M., Balaji, S. & Sathya, S. (2018). “Cultivation and determination of nutritional value on edible mushroom *Pleurotus ostreatus*”. *Journal of Biotechnology and Biosciencie*. 3 (6), 40-44.
- Longvah, T, Ananthan, R. Bhaskarachary, K & Venkaiah. (2017). Indian Food Composition Tables. India: National Institute of Nutrition.
- López, D. & Canale, A. (2018). Evaluación de la aceptación y caracterización de una barra de cereales y leguminosa adicionada con *Pleurotus ostreatus*. *E-CUCBA*, 4(7), 21-24. ISSN: 2448-5225.
- Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M. & Martínez, W. (2007). *México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de hongos comestibles*. ECOSUR- CONACYT. ISBN: 978-970-9712-40-7.
- Martínez-Flores, H., Maya-Cortés, D. Figueroa-Cárdenas, J., Garnica-Romo, M. & Ponce-Saavedra, J. (2009). Chemical composition and physicochemical properties of shiitke mushroom and high fiber products. *CyTA-Journal of Food*, 7(1), 7-14. ISSN: 1947-6345.
- Melgarejo, E. (2015). Algunos usos de los hongos silvestres de Bolivia en el contexto sudamericano. *Kempffiana*, 11(1), 48-65. ISSN: 1991-4652.

- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. Japan. (2015). Standard Tables of Food Composition in Japan. 7 ed. https://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/policy/title01/detail01/1374030.htm
- Morales, O., Flores, R., Samayoa, B. & Bran, MC. (2002). Estudio Etnomicológico de la cabecera municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 15(1), 10 – 20. ISSN-e 2224-5545.
- Morales, O., Bran, MC., Cáceres, R. & Flores, R., (2003). Contribución al Conocimiento de los Hongos Comestibles de Guatemala. *Proyecto Hongos Comestibles de Guatemala, Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula*. Departamento de Microbiología, Escuela de Química Biológica, Instituto de investigaciones Químicas y Biológicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala
- Nieto-Ramírez, I., Rojas-Luna, R. & Suarez, C. (2012). Evaluación del estípite de Shiitake como aportante de fibra y bioactivos con miras a su empleo en alimentos funcionales. *Vitea*, 19(1), S331-S333. ISSN: 0121-4004.
- Pineda, J., Soto, C., Santiago, N. Ponce, C., & Lara, G. (2015). Selección de cepas nativas ecuatorianas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) con fines industriales. Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente, CEBA, Ibarra, Ecuador.
- Rivera, O., Albarracín, W. & Lares, M. (2017). Componentes bioactivos del Shiitake (*Lentinula edodes Berk. Pegler*) y su impacto en la salud. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(3), 67-71. ISSN: 0798-0264.
- Roncero Ramos, I. (2015). Propiedades Nutricionales y saludables de los hongos. La rioja: 26560 Autol (La Rioja).
- Ruiz, D. & Soriano, J. (2014). Efecto de proporción de pasta de cacao (*Theobroma Cacao l.*) y harina de plátano (*musa paradisiaca aab*) en la aceptabilidad general de una mezcla alimenticia. *Cientifi-k* 2(2),33-43.
- Sommerkamp, I. & Guzman, G. (1990). Hongos en Guatemala, II Especies depositadas en el herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Rev. Mex. Mic.* 6, 179-197.
- Stückrath, R., Petzold, G. (2007). Formulación de una pasta gelificada a partir del descarte de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). *Información Tecnológica.v.18 n.2 La Serena*. ISSN 0718-0764
- Tolera, K. & Abera, S. (2017). “Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatment and drying methods”. *Food Science and Nutrition*. 7 (5), 989–996. DOI: 10.1002/fsn3.484.
- United States Department of Agriculture. (2019). FoodData Central Search Results. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168436/nutrients>

- Velásquez, L., Aredo, V., Caipo, Y. & Paredes, E. (2014). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao L.*). *Agroind Sci* 4, 35 – 42.
- VUP Food Research Institute. (2013). Slovak Food Composition Data Bank.
<http://www.pbd-online.sk/en#>

19. Apéndice

Apéndice 1. Ficha técnica del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*)

Nombre científico: *Pleurotus ostreatus*

Nombre común o popular: Pleurotus y hongo ostra

Características del sombrero: es de color grisáceo a gris azulado, también puede tener coloración blanco grisáceo; tiene forma convexa con el margen enrollado cuando es joven y aplanado en la madurez. El tamaño oscila entre 1 a 15 centímetros de diámetro. La superficie es lisa, húmeda, algunas veces en el centro del cuerpo se ve como pelusa y otras veces el cuerpo se ve con diminutas fibrillas. Para la Planta Productora de



Hongos Comestibles Guatemala S.A., los hongos catalogados de primera deben tener un tamaño mayor a los 2 centímetros. Por lo tanto, si los cuerpos fructíferos son menores, se catalogan de segunda, pero las dos categorías son de alta calidad, siendo catalogados así por el tamaño.

Características de laminillas: color blanco a crema, a veces bifurcadas al llegar al borde.

Características del pie: éste generalmente es excéntrico, con el mismo color de las laminillas; su textura es suave, esponjoso. El pie puede ser corto, aproximadamente 1 centímetro y si es largo hasta de unos 10 centímetros, según tamaño del sombrero.

Características de la carne: Al partir el cuerpo fructífero, se ve la carne de color blanco, con una textura suave, esponjosa y húmeda. El olor de *Pleurotus* es característico de hongo o humedad, agradable; el sabor es suave y no picante. Posee una humedad del 85%.

Información microbiológica: Se realizan las siguientes pruebas por ser este un hongo cultivado, (*Escherichia coli* y coliformes fecales) y de microorganismos patógenos a los humanos (*Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:H7, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, virus de Hepatitis A, rotavirus). Así también va libre de contaminantes físicos y contaminantes químicos como plaguicidas, pinturas, aceites, desinfectantes.

Información general: *Pleurotus* gastronómicamente de primerísima calidad. Posee un bajo contenido de grasa y sodio, pero un alto contenido de potasio; es rico en vitamina D y ergosterol, contiene minerales como fósforo, magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc y cobre. Para preservar su calidad, es necesario que permanezca en refrigeración entre 2 y 6°C, para tener una vida útil de 12 a 15 días.

Información del cultivo: Se utiliza 90% de paja de trigo y 10% de pulpa de café para el cultivo. Esta mezcla es pasteurizada en una cámara de vapor durante 18 horas a 75°C. Del día de la siembra a la primera cosecha transcurren 25 días aproximadamente. Luego pasan 18 días más, para obtener la segunda cosecha y la tercera cosecha se obtiene aproximadamente 18 días después, esto hace un total de aproximadamente 61 días.

Apéndice 2. Ficha técnica del shiitake (*Lentinula edodes*)

Nombre científico: *Lentinula edodes*

Nombre común o popular: Shiitake

Características del sombrero: color café marrón oscuro, tiene forma convexa con el margen enrollado cuando es joven y aplanado en la madurez. El tamaño oscila entre 1.5 a 20 centímetros de diámetro. Superficie lisa, con algunas escamas de color beige y húmedo.



Cuerpos fructíferos menores a 2 centímetros se catalogan de segunda.

Características de laminillas: Color blanco a crema, a veces bifurcadas al llegar al borde.

Características del pie: éste generalmente es céntrico, pero en algunas ocasiones es excéntrico, de color crema y con fibrillas achocolatadas; su textura es correosa o fibrosa y poco esponjosa. El pie puede ser corto de aproximadamente dos centímetros y si es largo hasta de unos 10 centímetros, éste depende del tamaño del sombrero.

Características de la carne: Al partir el cuerpo fructífero, se observa la carne de color blanco, con una textura suave, muy esponjosa y húmeda.

El olor de *Lentinula edodes* es característico de hongo o humedad, agradable; el sabor es intenso, no picante. Posee una humedad del 75 al 85%.

Información microbiológica: Por ser este un hongo cultivado, se realiza (*Escherichia coli* y coliformes fecales) y de microorganismos patógenos a los humanos (*Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:H7, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, virus de Hepatitis A, rotavirus). Así también va libre de contaminantes físicos y contaminantes químicos

Información general: *Lentinula edodes* o Shiitake, es un hongo comestible, gastronómicamente está catalogado como el hongo más delicioso entre los hongos cultivados, o sea de excelente calidad. Posee un bajo contenido de proteína de 3.04% (hongo fresco) y de 22.7% (hongo seco), fibra dietética de 5.53 g, bajo contenido de grasa y sodio, pero un alto contenido de potasio; es rico en vitaminas A, B1, B2, B6, B12, C, D2, D3 y ergosterol, contiene minerales como fósforo, magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc y cobre. Para preservar su calidad, es necesario que permanezca en refrigeración entre 2 y 6°C, para tener una vida útil de 15 a 18 días.

Información de cultivo: Se utiliza aserrín de *Gmelina arborea* el cual es suplementado con salvado de trigo para incrementar el contenido de nitrógeno del aserrín. Se mezcla, se agrega agua hasta que el sustrato tenga aproximadamente un 75% de humedad. Se esteriliza con vapor durante 3 horas utilizando autoclave. Del día de la siembra a la primera y única cosecha transcurren alrededor de 55 días.

Apéndice 3. Preparación de la mezcla de harinas compuesta para elaborar la pasta.

1. Se realizaron ocho mezclas de harinas compuestas, establecidas anteriormente con harina de trigo, hongo ostra (*P. ostreatus*) y shiitake (*L. edodes*) en proporciones 90:10, 80:20, 70:30 y 50:50. Se realizó una muestra de 500g de harina obteniendo las siguientes proporciones (en gramos): 450:50, 400:100, 350:150 y 250:250 de cada uno de los hongos comestibles.
2. A la mezcla de 500g de cada hongo en proporción 90:10 y 80:20 se le agregó cinco huevos, cinco cucharadas de aceite y cinco cucharaditas de sal. Y a la mezcla 70:30 y 50:50 se le agregó seis huevos, cinco cucharadas de aceite y cinco cucharaditas de sal, cuidando las características físicas de la masa para la elaboración de las pastas.
3. Se realizó el amasado manualmente y a la masa obtenida se le da forma laminar a través del equipo adecuado.
4. Se deja reposar a temperatura ambiente durante unos minutos, antes de darle la forma final de pasta.
5. Se coloca la lámina en la máquina para hacer pasta, con un grosor estandarizado.

Preparación de las muestras de pasta para la evaluación sensorial

1. Se colocó una olla con un litro de agua en una hornilla eléctrica establecida para cada una de las mezclas, se agregó la pasta y se coció durante un tiempo establecido de 7 minutos para la harina de trigo y hongo ostra deshidratado en las proporciones 90:10, 80:20 y 70:30, para proporción 50:50 se estableció un tiempo de cocción de 6 minutos. En el caso de las formulaciones de harina de trigo y shiitake deshidratado se estableció un tiempo de cocción de 5 minutos para las proporciones 90:10, 80:20 y 70:30, mientras que para la proporción 50:50 el tiempo de cocción que se estableció fue de 4 minutos. Este tiempo de cocción se toma en el momento en que el agua comienza a hervir nuevamente.
2. Al finalizar el tiempo de cocción, se escurrió en un colador cada una de las pastas cocidas.
3. Se colocaron 20g de cada muestra de pasta en un plato de cartón, asignándole un código aleatorio según lo establecido para los paneles de evaluación sensorial.

Apéndice 4. Formulario de aceptabilidad

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

No. Juez _____ Fecha _____

Observe y pruebe cada muestra de pasta, empezando de izquierda a derecha. Anote los códigos de las muestras que se le presentan al frente. Indique el grado de aceptabilidad en que le gusta o le desagrada cada muestra según la característica a evaluar, haciendo una X en la línea correspondiente en cada columna de código según las palabras apropiadas que mejor describan lo que Ud. Perciba. Puede saborear las muestras más de una vez. No olvide enjuagar su boca entre muestra y muestra.

Según su sabor:

Código _____	Código _____	Código _____	Código _____
_____ Me gusta mucho			
_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta
_____ No me gusta Ni me disgusta			
_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta
_____ Me disgusta mucho			

Según su textura:

Código _____	Código _____	Código _____	Código _____
_____ Me gusta mucho			
_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta
_____ No me gusta Ni me disgusta			
_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta
_____ Me disgusta mucho			

Según su olor:

Código _____	Código _____	Código _____	Código _____
_____ Me gusta mucho			
_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta	_____ Me gusta
_____ No me gusta Ni me disgusta			
_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta	_____ Me disgusta
_____ Me disgusta mucho			

COMENTARIOS:

Además pruebe nuevamente cada una de las 4 muestras de pastas que se le presentan frente a Ud. Empezando de izquierda a derecha. Ordénelas de acuerdo a su aceptabilidad de sabor, color y textura, asigne el valor 1, 2, 3 y 4 en orden decreciente, **siendo 4 la que tenga el sabor, color o textura más aceptable y 1 la que tenga el sabor, color o textura menos aceptable**. Evite asignar el mismo rango a dos muestras. Puede saborear las muestras más de una vez. No olvide enjuagar su boca entre muestra y muestra.

Atributo: Sabor		Atributo: Color		Atributo: Textura	
Código de muestra	Rango Asignado	Código de muestra	Rango Asignado	Código de muestra	Rango Asignado

COMENTARIOS: Indique porque escogió la muestra a la que asignó el número 4 en cuanto a su sabor, color y textura

¡MUCHAS GRACIAS POR PARTICIPAR!

Apéndice 5. Consentimiento informado

Título del proyecto: Transformación de las setas comestibles Ostra (*Pleurotus ostreatus*) y Shiitake (*Lentinula edodes*) en harina para pastas

Investigadoras: Cecilia Liska, Sandra Morales y Karla Cordón

Correo electrónico: ceci_liska@hotmail.com; sanbmor@gmail.com; krcordon@gmail.com

Fecha: 21 y 28 de noviembre.

A usted se le está invitando a participar en este proyecto de investigación en Nutrición. Antes de decidir si participar o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este consentimiento. Estamos realizando un proyecto de investigación sobre transformación de los hongos comestibles de *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra) y *Lentinula edodes* (shiitake) en harina para pastas para la población adulta de la región de Sacatepéquez, desarrollar las formulaciones y medir la aceptabilidad de cada una de las formulaciones brindadas. El estudio consiste en contestar en forma escrita un formulario de aceptabilidad que consta de dos partes, el primero donde debe medir su grado de gusto o disgusto de las preparaciones presentadas y la segunda parte sobre medir su grado de aceptabilidad por ordenamiento de las muestras brindadas. El proceso será estrictamente confidencial y su nombre no será utilizado. La participación es voluntaria. El estudio no conlleva ningún riesgo ni recibe ningún beneficio. Tanto si elige participar o no, la atención hacia su persona continuará de la misma manera y nada será diferente. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aun cuando haya aceptado previamente.

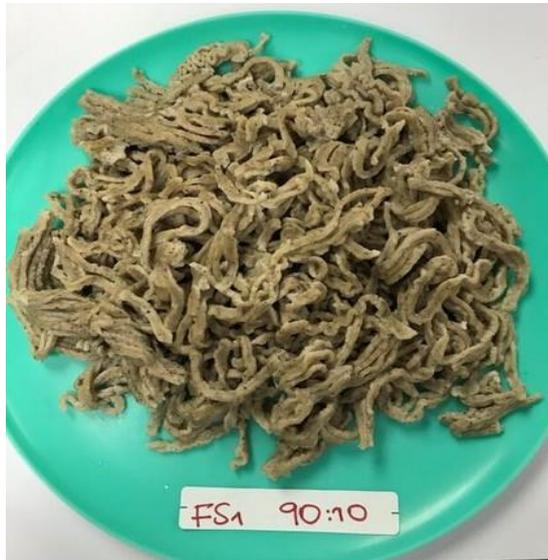
El proceso será estrictamente confidencial. Su nombre no será utilizado en ningún informe cuando los resultados de la investigación sean publicados. La participación es estrictamente voluntaria. Los resultados de la investigación serán utilizados únicamente para los objetivos de este proyecto. Por lo tanto, se asegura que la información obtenida no será compartida a otras personas o utilizadas para otra investigación no especificada en este documento.

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el proyecto pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este proyecto de investigación. Firma del participante

Apéndice 6. Fotografías de las formulaciones de pasta elaborada de harina de trigo y harina de *P. ostreatus*.

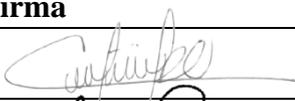
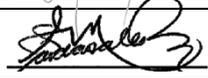
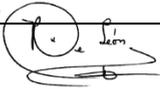


Apéndice 7. Fotografías de las formulaciones de pasta elaborada de harina de trigo y harina de *L. edodes*.



Listado de los integrantes del equipo de investigación (en una sola hoja)

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Cecilia Liska de León	
Sandra Beatriz Morales Pérez	
Ruth Argentina de León Chocooj	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Maria Andrea Urizar Marroquín	Auxiliar de Investigación II	20200368		X	
Mónica Corado	Auxiliar de Investigación II	20200391		X	

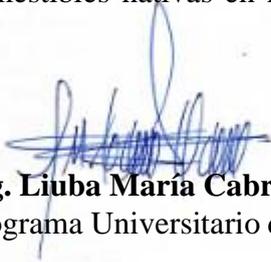
Guatemala, 26 de febrero de 2021.



Karla Rosángel Córdon Arrivillaga de Acevedo

Coordinadora de proyecto: “Transformación de setas

comestibles nativas en harina para pastas como una alternativa para comunidades rurales”



Ing. Liuba María Cabrera.

Programa Universitario de Investigación.



Ing. MARN Julio Rufino Salazar Pérez
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas